

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Электронного обучения
Специальность промышленная теплоэнергетика
Кафедра теоретической и промышленной теплотехники

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Тема работы
ПРОЕКТ ОБЕСПЕЧЕНИЯ МИКРОКЛИМАТА В СПОРТИВНО-ОЗДОРОВИТЕЛЬНОМ ЦЕНТРЕ Г. БЕЛОВО

УДК 697:711.558(571.17)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-6501	Мишкин Алексей Васильевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Разва А.С.	К.Т.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Фигурко А.А.	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Сечин А.А.	К.Т.Н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
теоретической и промышленной теплотехники	Кузнецов Г.В.	профессор, д.ф.-м.н.		

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Электронного обучения
Направление подготовки промышленная теплоэнергетика
Кафедра теоретической и промышленной теплотехники

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой ТПТ
_____ Кузнецов Г.В.
(Подпись) (Дата)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Дипломного проекта

Студенту:

Группа	ФИО
3-6501	Мишкин Алексей Васильевич

Тема работы:

ПРОЕКТ ОБЕСПЕЧЕНИЯ МИКРОКЛИМАТА В СПОРТИВНО-ОЗДОРОВИТЕЛЬНОМ КОМПЛЕКСЕ Г. БЕЛОВО.	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	1. Объектом является спортивно-оздоровительный комплекс в котором необходимо рассчитать микроклимат для комфортного нахождения в нем посетителей.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Введение; Реферат; 1 Исходные данные; 2 Расчет тепловых потерь здания; 3 Расчет системы отопления; 4 Гидравлический расчет;

	5 Расчет системы вентиляции; 6 Аэродинамический расчет; 7 Подбор оборудования для систем вентиляции; 8 Производственная безопасность; 9 Автоматическая система узла учета тепловой энергии; 10 Техничко – экономическое обоснование проекта обеспечения микроклимата в спортивно - оздоровительном центре; Заключение; Список использованной литературы; Приложения.	
Перечень графического материала)	1._ Отопление. Первый этаж. План 2._ Отопление. Второй этаж. План 3._АксонOMETрические схемы систем T14/T24, T15'/T25', T15''/T25'' 4._АксонOMETрические схемы и планы систем подогрева полов большого и детского бассейнов 5._Вентиляция. Первый этаж. План 6. Вентиляция. Второй этаж. План 7._АксонOMETрические схемы систем B1, B2, B3, B4, B5 8._АксонOMETрии приточных систем П1, П2, П3, П5, П7, П8, П9 9._Функциональная схема узла учета тепловой энергии	
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы		
Раздел	Консультант	Подпись
Финансовый менеджмент, ресурсоЭффективность и ресурсосбережение	Фигурко А.А., доцент каф. менеджмента	
Социальная ответственность	Сечин А.А., к.т.н., доцент	
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном		

языках:
Заключение

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	.
---	---

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ст.преп./ доцент				

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-6501	Мишкин Алексей васьильевич		

РЕФЕРАТ

Выпускная работа 136 страниц, 11 таблиц, 12 рисунков, 26 источников литературы, 9 листов графического материала.

СИСТЕМА ОТОПЛЕНИЯ, СИСТЕМА ВЕНТИЛЯЦИИ, СИСТЕМА ПОДОГРЕВА ПОЛА, ТЕПЛОВАЯ НАГРУЗКА, ВОЗДУХООБМЕН, РЕКУПЕРАТОР, ПРИТОЧНО-ВЫТЯЖНЫЕ УСТАНОВКИ, ВЕНТИЛЯТОР, ШУМОГЛУШИТЕЛЬ, ФИЛЬТР.

Цель работы – проект отопления и вентиляции спортивно-оздоровительного комплекса в г. Белово.

В ходе проекта были рассчитаны системы отопления и вентиляции спортивно оздоровительного комплекса, выбрано оборудование для вытяжных, приточных и приточно-вытяжных систем вентиляции плавательных бассейнов. Проведен расчет технико-экономического обоснования выбранных установок для систем вентиляции бассейнов. Рассмотрены производственная безопасность проекта, а также предусмотрена возможность установки системы автоматизации узла учета тепловой энергии.

Выпускная работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2007. Графическая часть выполнена в среде AutoCAD 2007 (SPDS Graphics).

Оглавление

Введение	7
1 Исходные данные	9
2 Расчет тепловых потерь	11
2.1 Определение основных тепловых потерь	11
2.2 Добавочные теплопотери	13
2.3 Определение потерь тепла через утепленный пол	14
2.4 Определение потерь тепла лестничными клетками	16
2.5 Расход тепла на нагревание инфильтрующегося воздуха	31
2.6 Расчет теплопоступления в здание	38
3 Расчет системы отопления	44
3.1 Определение типа и размеров отопительных приборов	44
3.1.1 Определение количества напольных радиаторов Mini Canal	52
3.1.2 Определение количества воздушно-отопительных агрегатов	53
3.1.3 Расчет теплого пола	54
3.1.4 Подбор воздушно-отопительных завес	58
3.2 Размещение теплопроводов в здании	59
3.3 Прокладка труб	60
3.4 Регулирование теплоотдачи отопительных приборов	61
3.5 Компенсация удлинения труб	61
3.6 Арматура	62
4 Гидравлический расчет	63
4.1 Расчет гидравлических сопротивлений системы отопления	63
4.2 Определение потерь местных сопротивлений	64
4.3 Гидравлический расчет системы подогрева пола	71
4.4 Выбор циркуляционного насоса	71
4.5 Тепловой пункт здания	73
5 Расчет системы вентиляции	74
5.1 Выбор системы вентиляции	74
5.2 Выбор параметров наружного воздуха	74
5.3 Определение параметров внутреннего воздуха	75
5.4 Определение количества вредных веществ поступающих в помещение	76
5.5 Расчет воздухообменов	77
5.6 Расчет воздухообмена в помещениях бассейнов	77
5.6.1 Расчет воздухообмена в детском бассейне	78
5.6.2 Расчет воздухообмена в большом бассейне	82
5.6.3 Построение процессов вентиляции в H-d диаграмме	87
5.6.3.1 Построение процесса вентиляции в H-d диаграмме для детского бассейна	87

6	Аэродинамический расчет	96
7	Подбор оборудования для систем вентиляции	103
7.1	Подбор оборудования для приточных камер	103
7.2	Подбор оборудования для систем вытяжной вентиляции	103
7.3	Подбор приточно-вытяжных установок для плавательных бассейнов	105
8	Производственная безопасность	106
8.1	Категорирование объекта по условиям пожаро - и взрывоопасности	106
8.2	Противопожарные профилактические мероприятия	106
8.3	Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы	107
8.4	Мероприятия по безопасности эксплуатации вентсистем	111
8.5	Расчет системы дымоудаления	114
9	Автоматическая система узла учета тепловой энергии	116
9.1	Описание оборудования узла учета	116
9.2	Устройство автоматизированного теплового пункта	116
9.3	Выбор схемы регулирования объекта	118
9.4	Выбор средств измерения и аппаратуры для схемы узла учета тепловой энергии	120
10	Технико-экономическое обоснование проекта отопления и вентиляции спортивно-оздоровительного комплекса в г. Белово.	124
	Заключение	129
	Список использованной литературы	131
	Приложения	
А	Аксонетрические схемы систем Т11/21, Т12/22, Т13/23	134
Б	Аксонетрии приточно–вытяжных систем плавательных бассейнов	135
В	Аксонетрические схемы систем В6, В7, В7', В9, В11, В12	136

Введение

В современном мире особую актуальность приобретает развитие спортивно-оздоровительных комплексов (далее СОК). В связи с этим увеличиваются темпы строительства и реконструкции СОК, и естественно, что вместе с архитектурными решениями возникает необходимость в инженерном обеспечении СОК. Относительно инженерного обеспечения зданий СОК необходимо отметить, что основным является создание микроклимата, т.е. обеспечение комфортных условий с помощью поддержания требуемой температуры и чистоты воздуха в помещениях.

Необходимо учитывать, что, как правило, все помещения СОК отличаются в плане обеспечения необходимых параметров микроклимата. Поэтому в инженерной практике до сих пор существует комплекс вопросов, связанных с созданием благоприятных условий для занятий посетителей и для работы сотрудников СОК.

Как было сказано выше, помещения отличаются не только по параметрам микроклимата, но и по категориям пожаробезопасности, назначению и т.п. Особого внимания при принятии инженерных решений требуют помещения плавательных бассейнов и универсальных спортивных залов. Параметры микроклимата в этих помещениях кардинально отличаются как друг от друга, так и от остальных помещений. Кроме того, в СНиПах РФ имеются ограничения по монтажу отопительного и вентиляционного оборудования относительно безопасности и личной гигиены занимающихся. Также необходимо учитывать климатические параметры наружного воздуха в летний и зимний периоды.

Многолетний опыт проектирования инженерных систем показал, что во II-й климатической зоне в районах западной Сибири существуют большие проблемы. Специфика климатических параметров данного района в том, что зимние расчетные температуры достигают -47 градусов Цельсия, а летние - +29 градусов Цельсия. Очевидно, что воздух кардинально меняет свои тепловлажностные характеристики.

Следующий важный нюанс касается отопления здания СОК: многообразие помещений диктует необходимость проектирования нескольких видов систем отопления. В СНиПах требуется при проектировании отопления плавательных бассейнов учитывать, не только поддержания температуры в самом помещении бассейна на уровне +29 градусов Цельсия, но и предусмотреть теплые полы в прилегающих к помещению бассейна раздевальнях, а также подогреваемые дорожки вокруг бассейнов.

Задача обеспечения вентиляции и кондиционирования воздуха представляется более многофакторной. Во-первых, как отмечалось ранее, в зимний и летний периоды тепловлажностные характеристики воздуха значительно отличаются, особенно по влагосодержанию. Во-вторых, проектирование климатических систем предполагает подбор универсального

оборудования, которое работало бы в зимний и летний периоды. В-третьих, поскольку помещения СОК различны по назначению и параметрам, необходимо предусмотреть достаточно большое количество приточных и вытяжных систем. Следствием является загромождение верхних частей помещений, что создает трудности в дизайнерском оформлении.

Целью данной дипломной работы является расчет системы отопления и вентиляции спортивно-оздоровительного комплекса в г. Белово. Одним из важнейших вопросов данной дипломной работы будет заключаться в расчете энергосберегающих приточно-вытяжных установок с рекуперацией тепла для помещений плавательных бассейнов.

10 Технико-экономическое обоснование проекта отопления и вентиляции спортивно-оздоровительного комплекса в г. Белово.

За последнее время увеличились темпы строительства административных культурно-зрелищных, а также зданий спортивно-оздоровительного назначения.

Часто на стадии проектирования и строительства таких зданий возникает масса вопросов относительно выбора нужного оборудования, обеспечивающего полноценное функционирование здания с минимальными затратами энергии и материальных ресурсов.

Что касается инженерной части, включающей в себя отопление и вентиляцию, то можно сказать, что она является самой энергоемкой частью среди всех частей энергопотребляющего оборудования. Из-за этого при проектировании данных систем тщательно прорабатывают вопросы технико-экономического обоснования выбор того или иного варианта установки отопительного и вентиляционного оборудования.

Так как части отопления и вентиляции являются самыми энергоемкими, на стадии проектирования всегда сравнивают как минимум два варианта выбора оборудования. В следствии того, что на часть вентиляции приходится примерно 80% а на отопление лишь 20% потребляемой энергии, то сравнительные расчеты проводят опираясь в большинстве своем на вентиляционную часть.

В данной работе все стоимостные и энергетические показатели будут касаться только систем отопления и вентиляции.

В данный момент на рынке вентиляционного и отопительного оборудования представлен большой спектр товаров, который в той или иной степени удовлетворяет требованиям потребителя как с экономической так и с технической точек зрения.

Что касается отопления, то создается все более новое и усовершенствованное оборудование в плане энерго- и ресурсо - потребления, а так же регулирования нагрузки в зависимости от комплекса параметров. По части вентиляции на сегодняшний день предпочтительней является установка комплекса оборудования, позволяющая экономить тепло вытяжного воздуха в зимний период, а в летний экономии холода. Данные системы называются приточно-вытяжные установки с рекуперацией тепла. Как правило капитальные вложения в эти установки превышают капитальные вложения при выборе классических видов установок при прочих равных условиях. Но они имеют преимущество в виде экономии части энергии, которая при выборе классического варианта установок просто терялась бы безвозвратно.

В данном проекте экономическое обоснование выбора вентиляционных установок с рекуперацией тепла будет вестись по сроку окупаемости инвестиций в установку за счет сэкономленной тепловой энергии. В приложении к данной оценке будет составлена таблица 11 «Технико-

экономические показатели сравниваемых систем», где будут представлены технические и экономические показатели данного отопительного и вентиляционного оборудования, а так же суммарные капитальные вложения и эксплуатационные расходы.

В нашем случае сравнительный срок окупаемости приточно-вытяжных установок с рекуперацией тепла равен:

$$T = \frac{\Delta K}{\Delta И}, лет \leq T_n = 6 лет.$$

где Т- срок окупаемости, года;

ΔK - разность капитальных вложений при внедрении рекуперации тепла и без нее, руб;

$$\Delta И = \Delta И_{эконом} - \Delta И_{экспл}, руб / год;$$

где $\Delta И_{эконом}$ — сэкономленные средства от внедрения рекуперации тепла вытяжного воздуха, руб/год;

$\Delta И_{экспл}$ — перерасход средств на эксплуатацию приточно-вытяжных установок с рекуперацией тепла по сравнению с обычными приточно-вытяжными установками, руб/год.

Капитальные затраты коммерческой организации на установку системы отопления и вентиляции состоят:

$$K = K_{пр} + K_{обор} + K_{монтаж};$$

где $K_{пр}$ —затраты на проектирование, руб;

$K_{обор}$ — затраты на оборудование, руб;

$K_{монтаж}$ — затраты на монтаж и пусконаладочные работы, руб.

Годовые эксплуатационные расходы на обслуживание систем отопления и вентиляции составляют 3% от капитальных вложений в их сооружение

$$И_{эсп} = K \cdot 0,03, руб/год.$$

Годовые издержки на электроэнергию на привод насосов (вентиляторов) равны:

$$И_{ээ} = Э_{год} \cdot \tau_{ээ}, руб/год;$$

где $Э_{год}$ —годовой расход электроэнергии, кВт·час/год;

$\tau_{ээ}$ — тариф на электроэнергию, руб/кВт. В нашем случае по данным РЭК $\tau_{ээ} = 2,872$ руб/кВт·час.

Годовые издержки на тепловую энергию системы отопления и вентиляции

$$И_{ээ} = Q_{год} \cdot \tau_q, руб/год;$$

где $Q_{\text{год}}$ –годовой расход тепловой энергии, Гкал/год;

τ_q – тариф на тепловую энергию, руб/Гкал. В нашем случае по данным РЭК $\tau_q=1280,34$ руб/ Гкал.

Определим срок окупаемости установок с учётом сохранённой энергии.

Экономия электроэнергии состоит из двух составляющих – экономии за отопительный период E_x и экономии за период работы в жаркий период E_t . Экономия тепловой энергии при использовании энергосберегающей вентиляционной установки определяется следующим выражением:

$$E_x = L \cdot C_p \cdot \rho \cdot (K - H) \cdot D \cdot \alpha \cdot t_v / 1000 \text{ [кВт} \cdot \text{час]}, \text{ где}$$

L – производительность установки ($\text{м}^3/\text{час}$);

C_p - теплоёмкость воздуха ($0,24 - 0,28$) ($\text{Вт}/\text{кг} \text{ } ^\circ\text{C}$);

ρ - плотность воздуха ($\text{кг}/\text{м}^3$);

K – заданная комнатная t° ($+30 \text{ } ^\circ\text{C}$);

H – наружная $t^\circ\text{C}$;

D – длительность отопительного периода (дни);

α – коэффициент рекуперации, равный $0,96$ при нагревании ($H < 30^\circ\text{C}$), и $0,8$ при охлаждении ($H > 30^\circ\text{C}$);

t_v - среднее время работы установки за 1 день (час).

Для подсчета экономии за отопительный период E_x длительность отопительного периода принимаем 232 дней, среднюю t° наружного воздуха за отопительный период $-11,6^\circ\text{C}$, время работы установки принимаем 16 час. Для двух установок производительностью $13600 \text{ м}^3/\text{час}$ (расчет ведется для наименее благоприятного варианта):

$E_x = 13600 \cdot 1,2 \cdot 0,28 \cdot [30 - (-11,6)] \cdot 232 \cdot 0,96 \cdot 16 / 1000 = 441358,16 \text{ кВт час}$
или $379,5 \text{ Гкал}$.

Стоимость сэкономленной электроэнергии за рассматриваемый период

$$C_x = E_x \cdot q, \text{ где}$$

q – стоимость 1 Гкал тепловой энергии ($1280,34 \text{ руб.}$)

$$C_x = 379,5 \cdot 1280,34 = 485889,03 \text{ руб.}$$

Для летнего периода примем среднюю t° равной $24,5^\circ\text{C}$, длительность жаркого периода -90 дней, коэффициент рекуперации установки, работающей на охлаждение- $0,8$. Аналогично подсчитаем сэкономленную электроэнергию:

$E_T = 13600 \cdot 1,2 \cdot 0,28 \cdot (30-24,5) \cdot 90 \cdot 0,8 \cdot 16/1000 = 28952,99$ кВтч или 24,9 Гкал.

$$C_T = 24,9 \cdot 1280,34 = 31880,466 \text{ руб.}$$

Сэкономленные средства за зимний и летний периоды равны:

$$C = C_x + C_T = 485889,03 + 31880,466 = 517769,496 \text{ руб}$$

Сравнительный срок окупаемости равен:

$$T = \frac{\Delta K}{\Delta I} = \frac{539500}{517769,496 - 16185} = 1,1 \text{ лет} \leq T_n = 6 \text{ лет.}$$

Таблица 11. Технико-экономические показатели сравниваемых систем

В проекте предусмотрены вентиляционные установки с рекуперацией тепла		В проекте не предусмотрены вентиляционные установки с рекуперацией тепла	
Фирма, производитель оборудования			
Remak, Чехия		Remak, Чехия	
1 Технические показатели оборудования систем			
1.1 Режим работы			
1.1.1 Отопление			
Отопительный сезон, 24 час/сутки		Отопительный сезон, 24 час/сутки	
1.1.2 Вентиляция			
Круглогодично, 2 смены в сутки		Круглогодично, 2 смены в сутки	
1.2 Потребление тепловой энергии			
1.2.1 Отопление кВт			
Расчетная нагрузка 235		Расчетная нагрузка 235	
1.2.2 Вентиляция кВт			
Расчетная нагрузка 726		Расчетная нагрузка 1088	
1.3 Потребление электрической энергии			
1.3.1 Отопление			
N=1,5 кВт		N=1,5 кВт	
8352	кВт·час/год	8352	кВт·час/год
1.3.2 Вентиляция			
42	кВт·час	42	кВт·час
245280	кВт·час / год	245280	кВт·час / год
1.4 Средний срок эксплуатации			
20 лет		20 лет	
2 Экономические показатели			

2.1 Капитальные вложения, руб			
Проект, К _{пр}	500000	Проект, К _{пр}	500000
Оборудование, К _{об}	4655000	Оборудование, К _{об}	4240000
Монтаж, К _{монтаж}	1546500	Монтаж, К _{монтаж}	1422000
Суммарные	6701500	Суммарные	6162000
Разность капитальных вложений $\Delta K=539500$ руб			
2.1.1 Стоимость приточно-вытяжных установок(учтено в кап. вложениях)			
647900		332250	
Разность стоимостей установок $\Delta K_{уст}=315650$ руб			
2.2 Эксплуатационные расходы, руб/год			
201045		184860	
Разность эксплуатационных расходов $\Delta I_{эсп}=16185$ руб/год			
2.3 Издержки на электроэнергию, руб/год			
2.3.1 Отопление (перекачка теплоносителя)			
23986,944		23986,944	
2.3.2 Вентиляция (привод вентиляторов)			
704444,16		704444,16	
2.4 Издержки на тепловую энергию руб/год			
2.4.1 Отопление			
723299,447		723299,447	
2.4.2 Вентиляция			
1036462,460		1553266,0558	
2.4.3 Сэкономленная энергия в денежном эквиваленте, руб/год			
517769,496		0	
2.4.4 Срок окупаемости, года			
1,1		-	

В результате технико-экономического обоснования, выбираем первый вариант.

